



Programme Gabion Méditerranée

De l'usage de la technologie MPC
(Mur de Pierres Confinées)
pour la reconstruction post crise
et la construction durable

RAPPORT FINAL DIFFUSION MARS 2012

Partenaires



Municipalité de Fiquiq

Le PGM est un projet IBMED, Institut du Bâtiment Méditerranéen, soutenu par

Accord-cadre Etat-Région-ADEME 2007-2013



Région



Provence-Alpes-Côte d'Azur



SOMMAIRE

I.	Présentation générale	3
II.	Objectifs du PGM	4
III.	Principe conceptuel	4
IV.	Principe technique	5
V.	Avantages du MPC dans un contexte sismique	5
VI.	Méthodologie du PGM	5
VII.	Résultats	6
VIII.	Perspectives	9

Le programme IBMed

Initié par la Région PACA avec des partenaires de premier plan (Agence nationale de l'habitat, Plan urbanisme construction architecture, Caisse des dépôts et consignations, Union méditerranéenne des architectes), IBMed doit susciter des projets de recherche opérationnelle en vue de créer des outils, des savoirs et des méthodes pour mieux réhabiliter le cadre bâti méditerranéen au 21^e siècle et adapter la ville au changement climatique. L'objectif est à la fois de compléter les champs de connaissances dans le domaine de l'habitat et de l'urbanisme en zone méditerranéenne, de faciliter la prise en compte des objectifs de développement durable dans les bâtiments et projets d'aménagements urbains, et d'identifier des applications rapides en réhabilitation (matériaux, outils de conception, etc.). Proposés par des équipes pluridisciplinaires (chercheurs, maîtres d'œuvre et d'ouvrage, entreprises...), les projets sélectionnés contribueront à la naissance effective de l'Institut du bâtiment méditerranéen, actuellement à l'état de préfiguration. » - présentation sur le site de l'ADEME (<http://www.ademe.fr/paca/IBMed.asp>) – accès le 20 juillet 2011

I. Présentation générale

Architecture & Développement est une Association de Solidarité Internationale spécialisée dans les projets de construction intégrés et l'appui technique aux projets de construction, reconstruction et rénovation/réhabilitation. Elle travaille notamment à l'amélioration de la qualité du cadre de vie bâti, dans les situations de post urgence ou de développement. Son rôle est essentiellement de mettre en place des méthodologies opérationnelles compatibles avec une approche globale et pérenne de projets de construction ou de réhabilitation d'habitats en tenant compte de l'environnement socio-économique et naturel. Sa compétence relève de l'expertise technique, de l'assistance à la maîtrise d'ouvrage, du suivi de réalisation de construction, de l'évaluation de programmes.

De nombreuses associations sont amenées à intervenir dans le domaine de la construction et de l'habitat, sans pour autant avoir pris le temps de se doter de compétences internes permanentes, leurs spécialités relevant de l'aide aux personnes, de l'appui aux programmes de santé, prévention de risque, etc. Cependant, étant données les récentes évolutions de la réponse humanitaire aux catastrophes naturelles de grande ampleur et aux situations de développement, A&D propose des partenariats pour renforcer les capacités de réponse au plus près des terrains et garantir une mise en œuvre efficace des programmes.

Le Projet Gabions Méditerranée (PGM) est un projet de recherche-application qui s'appuie sur l'expérience accumulée par A&D depuis plus de quinze ans dans l'organisation et la réalisation de projets de développement durable liés à la question de l'Habitat en contexte post crise.

Plus spécifiquement, le PGM trouve son origine au Pakistan lors du projet de reconstruction commandité par la Croix-Rouge Française à A&D suite au séisme de 2005. Dans le cadre de ce projet, A&D avait décidé d'expérimenter l'usage de la technologie "gabions" ou MPC (Murs en Pierres Confinés) pour la réalisation de structures parasismiques. Cette alternative est venue du constat que les technologies en maçonnerie de béton armé (BA) préconisées en reconstruction sont bien trop souvent mal maîtrisées et mal mises en œuvre. L'usage de la technologie MPC rend accessible la réalisation d'ouvrages parasismiques pour le plus grand nombre, en utilisant des matériaux (pierre et grillage) économiques et directement disponibles sur les lieux de construction. Son application participe de façon plus large aux processus d'amélioration de l'habitat traditionnel. Un prototype avait alors été esquissé. Depuis, de nouvelles crises ont montré les limites des programmes de reconstruction en structure BA, le cas le plus préoccupant étant Haïti (2010), où les mauvais savoirs faire constructifs sont à l'origine de nombreuses victimes.



élévation ouest version 2

Prototype Pakistan (juin 2006)

II. Objectifs du PGM

Objectif général :

- Contribuer à l'amélioration de l'habitat méditerranéen (en secteurs urbain et rural) en proposant des architectures et des procédés constructifs, alternatifs, appropriables, innovants, sûres et durables.

Objectifs spécifiques :

- Valider la technologie MPC pour les constructions conventionnelles ou informelles en donnant une crédibilité scientifique à un procédé constructif issu de techniques traditionnelles efficaces mais considérées comme non standard.
- Valoriser l'usage des matériaux locaux et des dispositifs bioclimatiques traditionnels.
- Rendre la technologie MPC facilement appropriable et répliquable par les acteurs de la construction et les usagers.
- Offrir la possibilité d'utiliser cette technologie pour réaliser de petits programmes d'habitat ou équipements communautaires en auto-construction ou construction assistée.
- Contribuer à l'évolution des réglementations et des normes constructives parasismiques.

III. Principe conceptuel

La conception de ce prototype obéit à une volonté de répondre à un cahier des charges technique et stratégique. Il s'agit en effet de concilier les contraintes de l'intervention en contexte de post urgence et celles de sécurité des personnes, dans une logique de continuum urgence –reconstruction – développement. L'enjeu pour A&D est donc de mettre au point une unité parasismique d'habitat ou de petit équipement dont la simplicité, la modularité et l'efficacité permettent sa répliquabilité dans différents contextes, tout en garantissant une prestation minimum conforme aux exigences socio-économiques et environnementales.

Dans des zones très enclavées (isolement socio économique), peu accessibles (difficultés logistiques) et mal approvisionnées (précarité technique), plusieurs raisons peuvent justifier l'usage des MPC dans la construction :

- La présence de quantités importantes de matière première (la pierre) nécessaire à la fabrication des gabions sur les sites mêmes de reconstruction, ce qui rend son emploi très peu onéreux sur les sites concernés.
- La similarité à une technique locale constructive familière (construction en maçonnerie de pierres sèches, mortier de chaux) et sa réactualisation contribue à l'évolution des pratiques sans rupture culturelle.
- Le chantier en MPC est "sec" (pas de ciment), il peut donc se dérouler par tous les temps. Il est également plus facile à diriger et gérer.
- La mise en œuvre facile des MPC, par empilement, ne nécessite pas de compétence particulière et permet un montage rapide des structures.
- Pas besoin de fondations : un premier lit de MPC engravés dans le sol sert de semelle.
- La présence localement de structures en gabions pour des ouvrages de soutènement et de confortement des lits de rivières.
- Le surcoût relatif du métal des grillages est compensé par l'apport gratuit des pierres ramassées localement.
- La fabrication des cages par pliages et assemblages ne nécessite pas d'outils électriques.
- La possibilité d'impliquer les bénéficiaires dans le processus de fabrications des éléments grillagés, notamment pour le montage des cages par ligatures.
- La fabrication des MPC peut faire l'objet d'un programme générateur de revenus avec la mise en place d'une filière de production et de montage (coopérative).
- Le processus de fabrication peut-être semi-industriel et ainsi permettre un appui à la relance économique du tissu des petites entreprises locales.
-

IV. Principe technique

Le PGM propose de transposer la technique des gabions, très connue dans le génie rural et routier, dans le domaine de l'habitat. A ce jour, aucune norme ni certification n'existe pour la construction de bâtiments habités. Le PGM a donc sollicité l'équipe du laboratoire de Génie Civil et Génie Mécanique de l'INSA de Rennes pour élaborer un protocole de validation à travers l'étude du comportement des structures "gabion" en statique et en dynamique. Le module de base et ses variantes ont été paramétrés pour obtenir les tolérances de variabilité des éléments constitutifs et garantir ainsi leur résistance parasismique.

Le projet est dirigé par Ludovic Jonard, architecte, spécialisé dans les projets de construction post crise et bénéficie de l'encadrement scientifique de Guy Besacier, ingénieur architecte parasismique spécialisé dans les diagnostics et préconisations.

V. Avantages du MPC dans un contexte sismique

Performance parasismique de la technologie MPC ou "gabion" :

- Les agrégats (pierres) sont confinés dans des cages ou paniers en grillage, ainsi le mur ne peut plus se disjoindre et voir ses éléments tomber sous l'effet des secousses.
- Les cages sont reliées entre elles par des éléments de liaison (agrafes), formant ainsi une paroi verticale homogène. Toutes les parois sont, de la même manière, liaisonnées entre elles afin de former une structure géométrique simple (parallélépipède rectangle).
- Le MPC peut absorber et dissiper une énergie très importante sans céder du fait de la ductilité des fils d'acier, de la souplesse, de la résistance des assemblages et de la liberté relative des agrégats confinés (dispersion de l'énergie sismique par frottements).
- La structure s'adapte aux charges statiques et dynamiques en se déformant sans s'effondrer.
- Le contreventement est intégré dans les murs (ligatures, entretoises, pose en harpage dans les angles) qui ainsi résistent très bien à la compression, à la flexion ainsi qu'au cisaillement.
- L'association des performances intrinsèques des gabions, de leur mise en œuvre et de leur agencement, associé à un diaphragme dans le plan horizontal, permet d'obtenir une « boîte rigide » parfaitement contreventée.

VI. Méthodologie du PGM

Le PGM se développe en quatre phases distinctes et complémentaires :

- Phase 1 : Conception architecturale d'un module de base et ses variantes
- Phase 2 : Modélisation, étude et validation scientifique du procédé MPC en parasismique par l'équipe d'ingénieurs de l'INSA de Rennes
- Phase 3 : conception et réalisation de prototypes sur deux sites au Maroc, l'un situé en zone de forte activité sismique (Al Hoceima), l'autre situé dans une oasis enclavée (Figuig).
- Phase 4 : Restitution et de capitalisation des deux expériences avec nos partenaires français, italiens et marocains, afin de valider la méthodologie et son potentiel de réplcation (Organisation au Maroc d'un atelier de restitution/dissémination)

Le mode opérationnel consiste à s'appuyer sur les partenaires marocains locaux, une coordination continue par les experts avec des missions ponctuelles lors des étapes clés, une présence permanente d'un chef de projet responsable des 2 chantiers d'expérimentation.

VII. Résultats

- La modélisation numérique élaborée par l'INSA a permis de valider l'hypothèse constructive des Murs en Pierres Confinées comme étant parasismique. C'est une avancée majeure car, à ce jour, aucune étude scientifique n'est disponible sur l'utilisation de gabions comme élément porteur pour un bâtiment. Cette recherche a mobilisé l'équipe du laboratoire de génie civil et mécanique qui a mis au point un programme spécifique avec le logiciel Cast3M en langage Gibiane, par la méthode des éléments finis. Un premier travail théorique a été mené pour concevoir le modèle de comportement des cages constituant le mur et le module type. Ensuite trois types ont été retenus et modélisés pour étudier l'influence de leur morphologie.
- Il n'a pas été possible de réaliser des essais en laboratoire pour en déduire les caractéristiques mécaniques en compression et en cisaillement (outillage non disponible). Un essai sur un mur à échelle réelle ou une structure à échelle réduite sur table vibrante permettrait un calage paramétrique du modèle. Ce pourrait être l'objet d'un futur partenariat avec la direction de l'habitat marocain.
- Cependant, la modélisation numérique apporte des conclusions tangibles sur la performance parasismique d'un bâtiment construit en MPC et confirme le dispositif de murs porteurs avec un chaînage périphérique haut. L'étude montre également l'importance des attaches en partie basse de la structure et la nécessité d'un diaphragme en tête de mur.
- Lors de notre visite à la Direction de l'Habitat en septembre 2011, nous avons proposé de mettre à disposition les résultats de la modélisation aux services compétents pour instruire le volet parasismique. La directrice de l'habitat est informée et suit avec intérêt notre dossier. Elle n'a pas pu se rendre à l'inauguration mais nous avons repris contact avec l'institut physique du globe pour faire avancer la démarche.
- Le cahier des charges du prototype a décliné trois types principaux répondant au contexte de construction post crise et aux contraintes constructives du MPC. L'approche a été délibérément pragmatique car il est essentiel de pouvoir mettre en œuvre les modules avec un minimum de contraintes logistiques, économiques et de répondre aux stratégies de reconstruction et de relogement des populations sinistrées.
- L'expérimentation des types, croisée avec la modélisation numérique a montré la relative importance d'un mur de refend pour la stabilité de la structure. Ainsi, le module rectangle sans mur de refend sert désormais de référence pour la modélisation (des murs de cloisons pouvant être ajoutés indépendamment au besoin).
- Les deux projets ont été finalisés courant juin 2011 avec les associations partenaires et bénéficiaires. des conventions ont été établies avec toutes les parties sur le principe de la mise à disposition de deux modules prototypes pour des projets de développement communautaire. Les deux plans sont similaires et proposent une combinaison de deux modules reliés par des espaces tampons couverts indépendants. Ainsi, chaque projet dispose d'environ 70m² de surface habitable et 30m² d'espace d'appoint.
- Le chantier de Toufist (Al Hoceima) a permis de valider la typologie « pièce unique » avec toiture à 4 pans anticyclonique, ainsi que la version avec mur de refend au 2/3. les enduits terre + paille puis terre + sable + chaux ont mobilisé les savoirs faire locaux. Le résultat est très satisfaisant pour la population qui est très familière des constructions enduites de terre. Le fait d'avoir utilisé des pierres recyclées d'une maison détruite pas le séisme de 2004 est à la fois symbolique et pragmatique. L'équipe de maçons a bien compris le saut technologique du MPC tout en gardant confiance avec des matériaux familiers et traditionnels. L'usage de bois de charpente

reste un luxe dans une région qui est largement déboisée. Le chantier a subi quelques aléas climatiques qui ont retardé le séchage des enduits de finition (dans une période hivernale non propice).

- Le chantier de Figuig, en milieu désertique oasien, s'est avéré plus long à réaliser car nous avons fait appel à la participation directe des bénéficiaires de l'école préélémentaire. Cependant, nous avons exploité les savoir faire spécifiques des enduiseurs et des ébénistes pour mettre au point des doubles fenêtres et des charpentes à partir de bois local (palmier). Cette expérience a pu se faire grâce à la collaboration active de Africa 70 qui mène un programme européen de conservation du patrimoine urbain (construction traditionnelle en terre).
- Les deux chantiers ont bénéficié de l'expertise permanente en France des experts de A&D (sur la conception architecturale et sur les dispositifs parasismiques et anticycloniques) à travers des séances de travail sur plans à Paris, mais aussi un suivi régulier par conférence skype avec notre chef de projet. D'autres sessions de travail ont été organisées ponctuellement avec le laboratoire de l'INSA pour appliquer les résultats de la modélisation obtenue à partir d'une itération des plans des modules de base.
- Au Maroc, les chantiers ont bénéficié de l'appui technique de notre représentant permanent (architecte à Casablanca) qui a effectué les démarches administratives de permis de construire, d'interface avec les autorités ministérielle, et de négociation avec les autorités locales.
- Le budget général des chantiers a du être revu à la hausse pour cause de dépassement de délais d'exécution et d'erreurs de dimensionnements et quantitatifs de grillage. Une première conception qui a servi de base à L'INSA a du être remise en cause en juin 2011 car elle ne correspondait pas au cahier des charges attendu. Par la suite, le chantier a pris du retard pendant l'été (Ramadan) puis à l'automne, le temps de refaire les calculs de structure. Enfin, les derniers enduits ayant été entrepris en hiver (particulièrement froid et humide cette année), le séchage a été laborieux et a conduit à terminer le chantier début 2012. enfin, la décision de ne recruter qu'un seul chef de projet pour deux sites éloignés de 700km a pesé dans la logistique et les délais, mais s'est avérée pertinente dans la mutualisation des expérimentations et solutions trouvées sur chaque chantier.
- Le cout final des bâtiments en MPC (déduction faite des aléas) revient à environ 250 €/m². Selon nos calculs, le cout réel en version de production normale serait de 150€/m², ce qui rend particulièrement compétitif de procédé constructif. Une part importante d'économie provient de la collecte (gratuite) des pierres, mais la faible qualification requise pour la mise en œuvre, de même qu'un outillage sommaire rendent le MPC très performant.
- L'inauguration à Al Hoceima a été précédée de deux jours d'ateliers de formation / sensibilisation aux risques. Malheureusement, l'intervenant du Croissant Rouge est resté bloqué sur la route dans la neige la veille et nous avons du remanier le programme initial qui a cependant pu être couvert grâce aux supports envoyés et à la présence des deux experts de A&D et de IDD. L'association Touya a donc organisé les sessions dans ses locaux comme prévu et nous avons pu présenter l'ensemble des sujets à plus de 25 participants. En outre, nous avons décidé de mener directement des sessions de sensibilisation auprès des autorités locales invitées le premier jour avec le personnel technique. Ainsi, l'Agence Urbaine, la Délégation Jeunesse et Sports, la Municipalité, la Wilaya ont bénéficié de présentations spécifiques sur le PGM et la prévention des risques naturels, permettant de mettre à jour les problématiques d'aménagement, de construction durable et de sécurité des bâtiments publics. Un dossier spécial a été remis ainsi que les versions électroniques des présentations.

- L'inauguration du projet de Toufist s'est déroulée le 10 février avec la participation de la communauté rurale, des habitants, des membres de l'association « Toufist pour le développement » et leur partenaire Touya. A noter la présence inédite de la télévision nationale marocaine qui s'est déplacée dans cette région isolée. La couverture médiatique a été remarquable compte tenu de la taille du projet, mais la cérémonie d'inauguration a été marquée par les discours des acteurs du projet (les maçons, l'association, les femmes) ainsi que les officiels qui n'ont pas manqué de saluer l'originalité du projet.
- Le retour très positif des collectivités et institutions locales décrit bien le segment potentiel du MPC dans la construction durable au niveau local. L'échelle des bâtiments, le niveau de compétences mobilisé, le respect de l'environnement bâti, la symbolique des matériaux correspondent bien aux besoins de développement local. Le saut technique proposé par le MPC ne rentre pas en conflit avec les représentations des usagers et décideurs de leur territoire. Le grillage et les pierres sont dissimulés par les enduits traditionnels familiers, mais l'épaisseur des murs et le toit terrasse donnent confiance et fierté. Les habitants ont bien compris la différence avec les « nouvelles » constructions traditionnelles : les maisons en maçonnerie chaînée, dont le confort thermique est toujours médiocre, sans parler de leur performance antisismique.
- On notera de ce point de vue, que le retour à une typologie traditionnelle (rectangle, de plain pied, toiture plate) permet d'éviter les mauvaises pratiques des constructions en brique et béton, telles que les formes en L, les encorbellements, l'absence de chaînages qui sont incompatibles avec les dispositions antisismiques, sans parler des qualités intrinsèques de l'enveloppe en MPC qui procurent un confort d'usage oublié et un gisement d'économies d'énergie important.
- Par ailleurs, et suite à la demande formulée à l'ADEME et la région PACA pour le volet sensibilisation, lobbying et prévention, l'ensemble de ces activités a été réparti entre IDD et A&D notamment lors de la mission de lobbying de septembre 2011 et l'atelier de restitution finale. IDD a joué un rôle important dans le partenariat avec les associations bénéficiaires des bâtiments prototypes. Il s'agissait en effet de mettre à disposition ces bâtiments au service d'un projet de développement communautaire porté par la société civile et dans un contexte enclavé ou de zone sismique. Les activités de sensibilisations ont donc commencé dès juin 2011 avec les associations locales et les mairies concernées afin notamment d'obtenir les permis de construire.
- Les deux sites ont donc été prospectés conjointement par A&D et IDD, puis concertés au niveau communautaire par notre partenaire Africa 70 (pour Figuig) avec l'appui de notre architecte marocain. Il était essentiel en effet que les prototypes soient réalisés dans un mode opératoire proche de l'auto-construction afin de vérifier le niveau de technicité requis pour la mise en œuvre des murs et des éléments préfabriqués. Les bâtiments en MPC sont en effet principalement destinés aux zones rurales ou enclavées qui souffrent d'un manque de moyens humains ou financier pour accéder à un habitat décent et confortable minimum.
- A la demande de l'ADEME, une étude thermique et de bilan carbone a été menée avec les limites de la disponibilité des fichiers climatiques des régions concernées et le manque de produits référencés dans la base Elodie pour paramétrer les matériaux. Cependant, on peut conclure que le confort thermique d'un bâtiment MPC est de l'ordre de trois fois supérieurs à son équivalent en maçonnerie classique. L'empreinte carbone semble équivalente du au fil de fer galvanisé utilisé, mais une étude plus poussée devrait permettre de mieux cerner les parts de chaque poste.

VIII. Perspectives

L'inauguration du 10 février à Al Hoceima a montré le vif intérêt des institutions publiques pour ce type de construction pour diverses raisons.

- Pour l'agence urbaine, les zones rurales désormais classées non constructibles suite à l'élaboration du plan d'aptitude à l'urbanisation posent problème car elles sont toujours habitées et concernent une population traditionnelle très attachée à son territoire. L'idée de pouvoir construire des bâtiments sans fondations, à faible contrainte sur le sol est donc une réponse crédible pour la construction de petits équipements communautaires qui manquent cruellement dans ces douars isolés.
- Une autre proposition est venue de l'agence urbaine concernant la construction de gîtes ruraux dans le parc naturel national d'Al Hoceima. L'écotourisme est en effet un axe de développement local important pour la région et son aménagement reste encore très modeste. Des initiatives privées de chambres d'hôtes pourraient être soutenues par la construction de gîtes ruraux qui respectent le patrimoine naturel et paysager, ainsi que les typologies traditionnelles. D'un coût très modeste et particulièrement « vernaculaire » la construction MPC pourrait idéalement se prêter à une initiative d'offre raisonnée en écotourisme.
- Pour la délégation de la jeunesse et sports, la construction MPC peut être une alternative à la construction légère (de type bungalow) de petits équipements collectifs dans des sites fragiles ou a vocation de tourisme social. Certains projets en cours d'instruction sont en bois, ce qui pose la question de l'importation de ressources naturelles, mais aussi de coût, l'avantage étant largement au bénéfice du MPC, pour une sécurité meilleure.
- Pour la mairie de Al Hoceima, le MPC représente la possibilité de construire rapidement des bâtiments complémentaires à de grands équipements, sans mobiliser des ressources ni du matériel conséquent. La mairie construit en effet certains de ses bâtiments en régie et s'intéresse au MPC pour des petits aménagements sportifs par exemple.
- La Wilaya a manifesté le souhait de pouvoir diffuser plus largement cette innovation technique auprès des acteurs scientifiques mais aussi du secteur de la construction afin d'ouvrir un débat sur les domaines de diffusion possible du MPC. Il a été fait allusion également au secteur du logement social. En effet, le Maroc poursuit depuis plusieurs années une politique d'éradication des bidonvilles et de construction de logement économique à large échelle. A&D a soumis l'idée de mener un projet pilote dans ce sens afin de tester la faisabilité sociale et économique de petits équipements ruraux ou péri urbains. La question du logement est encore prématurée, dans la mesure où des enquêtes sur l'appropriation et le standard minimum doivent être menés au préalable, mais il est évident que les bâtiments MPC sont potentiellement une réponse à l'habitat rural économique.
- L'idée d'une journée d'étude a donc émergé lors de la rencontre avec le Wali qui consisterait à mobiliser l'Ecole Nationale des Sciences Appliquées d'Al Hoceima (ENSAH), ainsi que divers services techniques et acteur du bâtiment, afin de restituer l'expérience du PGM, avec une visite guidée du prototype pour valider et amender le cahier des charges du bâtiment MPC. Cette journée pourrait contribuer à lever les réserves éventuelles de la part de maîtres d'ouvrages sur les performances antisismiques et le niveau de confort de ces bâtiments.
- Dans le cadre actuel de la mise en place d'une politique d'efficacité énergétique, la technique MPC est une contribution à la diversification des modes constructifs qui répondent à une économie des besoins en énergie et s'adaptent au climat. Il est donc

important d'effectuer des mesures sur les bâtiments prototypes pour établir un référentiel de paramètres qui serviront à certifier leur performance thermique avec précision. A&D a proposé en septembre 2011 à l'ADEREE d'utiliser le prototype à cet effet. Il semblerait également opportun d'étudier la possibilité de contribuer aux programmes pilotes soutenus par le programme UE en liaison avec le jumelage ADEME/ADEREE et le programme FFEM/PNUD.

- Une restitution du PGM pourrait être organisée avec les acteurs au niveau national à Rabat (Ministère de l'Habitat, Ministère de l'Energie, ADEREE, etc..) dans les prochaines semaines afin de faire le bilan des résultats acquis et de profiler de futurs partenariats.
- En particulier, il serait pertinent d'élaborer un protocole d'essais avec la direction de l'habitat pour tester en laboratoire le comportement des cages et ébaucher une note dérogatoire au règlement parasismique pour la construction non standard. Le dossier scientifique sera transmis à cet effet après validation du rapport final.
- Un contact a été établi avec le bureau marocain du PNUD. Le MPC pourrait trouver sa place dans le cadre de la mise en œuvre des « stratégies nationales et territoriales de développement durable à faible Carbone et Résilient au Changement Climatique et aux catastrophes naturelles et créatrices d'emplois ».
- Comme mentionné dans le dernier rapport d'étape, la technologie MPC est en cours de transposition en Haïti, dans un programme de reconstruction post séisme situé dans une zone rurale montagneuse isolée et couverte de pierres. C'est la toute première application directe du PGM à l'échelle d'une centaine de maisons. Les constructions devraient commencer à l'été 2012.
- Une autre perspective de développement du MPC en Haïti est le recyclage des débris du séisme pour le remplissage des cages. En effet, de grandes quantités de gravas sont disponibles sur les sites sinistrés et peuvent sous certaines conditions de tri être réutilisés pour de nouvelles constructions. A&D est en pourparlers avec le PNUD et l'UNOPS pour négocier une campagne d'essais en laboratoires pour étudier le comportement des cages et identifier des projets pilotes.
- La piste du recyclage de déchets minéraux inertes (voire industriels) est transposable au Maroc qui dispose de nombreuses carrières de pierres. C'est une dimension importante de la construction durable (réduction de l'impact écologique, optimisation des ressources) qui peut être discutée avec l'ADEREE et l'ADEME
- Le réseau MEDENER (dont l'ADEME est devenu récemment chef de file) est une opportunité de diffuser un projet pilote au Maroc vers les autres pays méditerranéens.